

**PEMANFAATAN BUBUK ARANG KAYU SEBAGAI BAHAN STABILISASI
TERHADAP KUAT DUKUNG TANAH LEMPUNG SUKODONO DENGAN
VARIASI PERAWATAN
(Studi Kasus Tanah Lempung Sukodono, Sragen)**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada Jurusan
Teknik Sipil Fakultas Teknik**

Oleh:

Meiriza Sengeoris

D 100 120 144

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2016**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PEMANFAATAN BUBUK ARANG KAYU SEBAGAI BAHAN STABILISASI
TERHADAP KUAT DUKUNG TANAH LEMPUNG SUKODONO DENGAN
VARIASI PERAWATAN
(Studi Kasus Tanah Lempung Sukodono, Sragen)**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

MEIRIZA SENGEORIS

NIM: D 100 120 144

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Qunik Wiooyah', with the date '25/11/2016' written next to it.

QUNIK WIOOYAH, ST., MT.

NIK: 690

HALAMAN PENGESAHAN

**PEMANFAATAN BUBUK ARANG KAYU SEBAGAI BAHAN STABILISASI
TERHADAP KUAT DUKUNG TANAH LEMPUNG SUKODONO DENGAN
VARIASI PERAWATAN
(Studi Kasus Tanah Lempung Sukodono, Sragen)**




OLEH

MEIRIZA SENGORIS

D 100 120 144

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Rabu, 23 November 2016
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

Dosen Penguji:

1. Qunik Wiqoyah, ST., MT. ()
(Ketua Dewan Penguji)
2. Ir. Renaningsih, MT. ()
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Agus Susanto, ST., MT. ()
(Anggota II Dewan Penguji)

Dekan,



Ir. Sri Sunarjono, MT., PhD.

NIK: 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya

Surakarta, 23 November 2016

Penulis



MEIRIZA SENGEORIS

D 100 120 144

PEMANFAATAN BUBUK ARANG KAYU SEBAGAI BAHAN STABILISASI TERHADAP KUAT DUKUNG TANAH LEMPUNG SUKODONO DENGAN VARIASI PERAWATAN (STUDI KASUS TANAH LEMPUNG SUKODONO, SRAGEN)

Abstrak

Tanah Sukodono merupakan tanah lempung yang mempunyai nilai LL 85,73%, PL 24,69%, dan PI 61,04% (Prasetyo, 2016). Masalah utama pada tanah Sukodono Kabupaten Sragen ini adalah disaat musim kemarau kondisi tanah menjadi sangat keras dan pada musim hujan menjadi sangat becek serta jalan yang mudah rusak dan terjadinya keretakan pada bangunan diatasnya. Menurut Karaseran (2015) dengan menggunakan arang tempurung dapat memperbaiki sirkulasi air dan udara dalam tanah, sebagai media yang dapat mengikat unsur karbon, dan dapat mengurangi kembang susut pada tanah karena mereduksi nilai indeks plastisitas tanah. Berdasarkan penelitian di atas maka arang kayu digunakan menjadi bahan stabilisasi pada penelitian ini dengan variasi campuran 5% dan 7,5% serta perawatan 0, 3, dan 7 hari untuk mengetahui besarnya pengaruh yang terjadi pada tanah terhadap nilai sifat fisis dan mekanis tanah. Uji sifat fisis tanah campuran nilai kadar air dan batas plastis mengalami peningkatan sedangkan nilai berat jenis, batas cair, batas susut, indeks plastisitas, dan lolos saringan No. 200 mengalami penurunan. Berdasarkan metode AASHTO tanah asli termasuk kelompok A-7-5 dan tanah campuran termasuk dalam kelompok A-7-6 sedangkan berdasarkan USCS tanah asli dan campuran termasuk kelompok CH yaitu lempung anorganik dengan plastisitas tinggi. Hasil uji kepadatan tanah (*Standard Proctor*) dengan bertambahnya persentase campuran dan lamanya perawatan nilai berat volume kering maksimum mengalami penurunan sedangkan nilai kadar air optimum mengalami kenaikan. Nilai berat volume kering maksimum terkecil dan kadar air optimum terbesar terdapat pada tanah persentase campuran 7,5% dengan lama perawatan 7 hari sebesar 1,213 gr/cm³ dan 33,10%. Sedangkan nilai berat volume kering maksimum terbesar terdapat pada tanah asli sebesar 1,265 gr/cm³. Hasil uji CBR menunjukkan kenaikan seiring bertambahnya persentase campuran dan lama perawatan. Nilai CBR terbesar terdapat pada tanah campuran 7,5% dengan lama perawatan 7 hari sebesar 27% sedangkan nilai CBR terkecil sebesar 12% pada tanah campuran 5% dengan lama perawatan 0 hari.

Kata kunci: bubuk arang kayu, kuat dukung, sifat fisis, stabilisasi, tanah lempung

Abstract

Soil of Sukodono is clay has value of LL 85,73%, PL 24,69%, and PI 61,04% (Prasetyo, 2016). The main problem of soil in Sukodono district is when dry season is very hard and in rainy season is very tarnish which is easy to damage condition and easy to crack with building on it. According to Karaseran (2015) with using shell charcoal can improve circulation water and air in soil, as media which increased carbon, and can decrease the shrinkage and swelling on soil because it reduces induction of plasticity of soil. Based on the research above, wood charcoal is used for stabilization material in this research with mixture of 5% and 7,5% with treatment 0, 3, and 7, where the day to know effect of soil with physical characteristic and mechanical soil. Test of physical mixture soil with content and plastic limit increased whereas density, liquidity limit, shrinkage limit, plasticity index, and passing sieve of No. 200 decreasing. Based on AASHTO method, the original soil includes group of A-7-5 and soil mixture includes

group of A-7-6 whereas based on USCS the original soil and soil mixture including CH, it is organic clay with high plasticity. Standard Proctor with adding percentage of mixture and the length of treatment value of weight in maximum dry condition decreasing whereas the optimum water content increasing. Volume weight value the smallest maximum dry and the biggest optimum water content of soil percentage with 7,5% with treatment 7 days as big 1,213 gr/cm³ and 33,10%. Whereas volume weight value of the biggest on the original soil with 1,265 gr/cm³. CBR result test showed increasing with adding mixture percentage and the long treatment. The biggest value of CBR on soil mixture of 7,5% with treatment of 7 days of 27% whereas the smallest CBR of 12% on soil mixture of 5% with treatment 0 day.

Keywords: wood charcoal powder, support strength, physical characteristic, stabilization, clay

1. PENDAHULUAN

Tanah Sukodono merupakan tanah lempung yang mempunyai nilai LL 85,73%, PL 24,69%, dan PI 61,04% (Prasetyo, 2016). Masalah utama pada tanah Sukodono Kabupaten Sragen ini adalah disaat musim kemarau kondisi tanah menjadi sangat keras dan pada musim hujan menjadi sangat becek serta jalan yang mudah rusak dan terjadinya keretakan pada bangunan diatasnya. Menurut Karaseran (2015) dengan menggunakan arang tempurung dapat memperbaiki sirkulasi air dan udara dalam tanah, sebagai media yang dapat mengikat unsur karbon, dan dapat mengurangi kembang susut pada tanah karena mereduksi nilai indeks plastisitas tanah. Hal ini dapat menjadi latar belakang penggunaan bubuk arang kayu sebagai bahan stabilisasi, karena sifat dan unsur kimia yang terkandung pada semua jenis arang pada umumnya terdiri dari bahan penyusun yang sama. Hal ini dibuktikan dengan hasil uji kandungan unsur kimia bubuk arang kayu yang dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, bubuk arang kayu mengandung unsur kima antara lain karbon (C), alumunium (Al), silika (Si), kalsium (Ca), magnesium (Mg), dan fosfor (P).

Berdasarkan penelitian di atas maka arang kayu digunakan menjadi bahan stabilisasi pada penelitian ini dengan variasi campuran 5% dan 7,5% serta perawatan 0, 3, dan 7 hari untuk mengetahui seberapa besarnya pengaruh yang terjadi pada tanah terhadap nilai sifat fisis dan mekanis tanah.

Dari rumusan masalah tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisis dan kuat dukung tanah asli maupun tanah yang telah distabilisasi menggunakan bubuk arang kayu dengan perawatan 0, 3, dan 7 hari.

2. METODE PENELITIAN

Sampel tanah yang digunakan sebagai bahan penelitian berasal dari Desa Bendo, Kecamatan Sukodono, Kabupaten Sragen dalam kondisi terganggu (*disturbed*) dengan kedalaman kurang lebih 30 cm dan bubuk arang kayu. Persentase campuran bubuk arang kayu yang digunakan sebagai bahan stabilisasi sebesar 5% dan 7,5% dari berat total tanah.

Pengujian yang dilakukan terdiri dari uji sifat fisis dan uji mekanis tanah asli maupun tanah campuran. Uji sifat fisis tanah meliputi; kadar air, berat jenis, batas-batas *Atterberg*, dan analisa ukuran butiran. Sedangkan untuk uji mekanis meliputi uji kepadatan (*Standard Proctor*) dan uji CBR.

Peralatan yang digunakan antara lain satu set alat uji kadar air (ASTM 2216-98), satu set alat uji berat jenis (ASTM D854-02), satu set alat uji batas-batas *Atterberg* (ASTM 4318), satu set alat uji analisa ukuran butiran (ASTM D442-63), satu set alat uji kepadatan *Standard Proctor* (ASTM D698), dan satu set alat uji CBR (ASTM D1883) beserta alat bantu lainnya.

Tahapan penelitian dibagi menjadi empat tahap, antara lain:

1. Tahap 1

Merupakan tahap awal yang dimulai dengan studi literatur dan penyediaan bahan berupa sampel tanah dan bubuk arang kayu sesuai yang telah ditentukan. Tanah yang digunakan berasal dari Desa Bendo, Kecamatan Sukodono, Kabupaten Sragen diambil dalam kondisi terganggu (*disturb*) dan dalam keadaan kering udara. Bubuk arang kayu yang digunakan berasal dari Pasar Kleco, Solo yang sebelumnya sudah dihaluskan dan disaring dengan saringan No.50.

2. Tahap 2

Melakukan uji sifat fisis tanah asli dan tanah campuran dengan persentase penambahan bubuk arang kayu sebesar 5%, dan 7,5%. Pengujian ini meliputi kadar air, berat jenis, batas-batas *Atterberg*, dan analisa ukuran butiran. Kemudian melakukan uji kepadatan tanah dengan *Standar Proctor* guna mendapatkan kepadatan tanah maksimum dan kadar air optimumnya. Kadar air optimum tersebut digunakan sebagai acuan penambahan air untuk pembuatan sampel pengujian CBR.

3. Tahap 3

Pembuatan sampel benda uji tanah asli dan tanah campuran dengan persentase penambahan bubuk arang kayu sebesar 5% dan 7,5% untuk pengujian CBR. Kemudian dilakukan uji CBR pada tanah asli dan tanah campuran dengan perawatan 3 dan 7 hari.

4. Tahap 4

Tahap ini merupakan pembahasan dari hasil pengujian yang telah didapatkan dari tahap II dan III. Dari tahap ini dapat dibuat kesimpulan akan hasil yang didapat serta memberikan saran jika diperlukan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Soemeinaboedhy dan Tejowulan (2014) berat jenis arang kayu sebesar 1,11.

3.1 Uji Pendahuluan

Uji pendahuluan pada penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui reaksi kimia yang dihasilkan antara tanah lempung dan arang kayu ketika dicampurkan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Prasetyo (2016), unsur kimia yang terkandung pada tanah lempung Sukodono Kabupaten Sragen dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Unsur Kimia Tanah (Prasetyo, 2016)

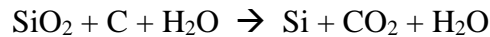
No	Parameter (Unsur Kimia)	Hasil (%)
1	Al ₂ O ₃	16,99
2	CaO	0,92
3	Fe ₂ O ₃	10,81
4	MgO	1,35
5	SiO ₂	63,25

Hasil uji kandungan unsur kimia bubuk arang kayu di Laboratorium Kimia Analitik Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Gadjah Mada Yogyakarta didapatkan hasil seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Unsur Kimia Bubuk Arang Kayu

No	Parameter (Unsur Kimia)	Hasil (%)
1	Al ₂ O ₃	6,63
2	CaO	0,35
3	Fe ₂ O ₃	0,93
4	MgO	0,30
5	SiO ₂	11,27
6	P ₂ O ₅	0,11
7	C	19,53

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan unsur kimia terbesar yang terkandung dalam tanah lempung Sukodono Kabupaten Sragen adalah silika (Si) sebesar 63,25%, sedangkan pada bubuk arang kayu adalah karbon (C) sebesar 19,53%. Apabila kedua unsur tersebut direaksikan dengan air maka akan menghasilkan gas karbondioksida (CO₂).



Pada reaksi di atas dapat disimpulkan bahwa tanah dapat bereaksi dengan bubuk arang kayu, karena pada saat berlangsungnya proses kimia dihasilkan gas atau senyawa baru dari unsur yang direaksikan tersebut.

3.2 Uji Sifat Fisis Tanah Asli dan Tanah Campuran

Uji sifat fisis tanah asli dan tanah campuran terdiri dari beberapa pengujian yaitu kadar air, berat jenis, batas-batas *Atterberg*, dan analisa butiran tanah (analisa saringan dan analisa *hydrometer*).

Tabel 3. Hasil uji sifat fisis tanah asli dan tanah campuran

Jenis Pengujian	Tanah Asli	Persentase Campuran 5%			Persentase Campuran 7,5%		
		Lama Perawatan			Lama Perawatan		
		0	3	7	0	3	7
Kadar Air (%)	6,618	14,417	14,234	13,172	12,256	12,191	11,513
Berat Jenis (Gs)	2,735	2,553	2,549	2,547	2,510	2,507	2,505
Batas Cair (%)	86,00	65,50	64,50	64,30	63,30	62,60	62,20
Batas Plastis (%)	34,23	22,50	23,38	24,97	25,17	25,29	25,54
Batas Susut (%)	15,53	14,32	12,89	11,77	10,43	9,64	8,39
Indeks Plastisitas (%)	51,77	43,00	41,12	39,33	38,13	37,31	36,66
Lolos Saringan No. 200 (%)	91	91	91	90	90	89	89
Klasifikasi Tanah							
AASHTO	A-7-5	A-7-6	A-7-6	A-7-6	A-7-6	A-7-6	A-7-6
Kelompok Indeks (GI)	55,825	43,420	41,711	39,680	38,505	37,111	36,522
USCS	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH

Hasil pengujian kadar air pada tanah asli didapatkan hasil sebesar 6,618%, sedangkan nilai kadar air tanah campuran lebih tinggi dari tanah asli namun cenderung mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya persentase campuran bubuk arang kayu dan semakin lamanya

perawatan. Nilai kadar air tertinggi terdapat pada tanah campuran 5% bubuk arang kayu dengan lama perawatan 0 hari sebesar 14,417%. Nilai terendah terdapat pada tanah asli sebesar 6,618%, sedangkan nilai kadar air terendah tanah campuran sebesar 11,513% terdapat pada tanah campuran 7,5% bubuk arang kayu dengan lama perawatan 7 hari. Berdasarkan hasil penelitian hal ini menunjukkan bahwa bubuk arang kayu mempunyai sifat mengikat air dalam waktu yang cukup lama dengan dipengaruhi banyaknya persentase bubuk arang kayu dan lamanya perawatan.

Pengujian berat jenis tanah asli didapatkan hasil sebesar 2,735. Berdasarkan hasil pengujian nilai berat jenis tanah campuran cenderung mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya persentase campuran dan lamanya perawatan. Nilai berat jenis tanah campuran terbesar adalah 2,553 terdapat pada persentase 5% campuran bubuk arang kayu dengan lama perawatan 0 hari. Sedangkan nilai terkecil terdapat pada persentase campuran 7,5% bubuk arang kayu dengan lama perawatan 7 hari sebesar 2,505. Hal ini disebabkan karena bercampurnya dua jenis bahan yang masing-masing mempunyai nilai berat jenis yang berbeda pula. Dari hasil penelitian nilai berat jenis tanah asli sebesar 2,735 sedangkan berat jenis bubuk arang kayu sebesar 1,11, sehingga nilai berat jenis pada tanah campuran mengalami penurunan.

Seiring dengan bertambahnya persentase campuran dan lamanya perawatan hasil pengujian batas cair cenderung mengalami penurunan. Nilai batas cair terendah sebesar 62,20% yang terdapat pada persentase campuran 7,5% bubuk arang kayu dengan lama perawatan 7 hari. Hal ini terjadi karena adanya muatan positif dalam air sehingga terjadi proses tarik menarik antara muatan negatif partikel tanah dengan muatan positif dari bubuk arang kayu ataupun sebaliknya. Semakin lama proses perawatan pada tanah campuran menyebabkan proses tarik menarik antar partikel semakin berkurang yang mengakibatkan penurunan kohesi tanah. Turunnya nilai kohesi pada tanah menyebabkan nilai batas cair mengalami penurunan.

Pengujian batas plastis tanah asli didapatkan nilai sebesar 34,23%. Berdasarkan hasil pengujian tanah campuran nilai batas plastis cenderung mengalami kenaikan akan tetapi tidak terlalu signifikan seiring dengan bertambahnya persentase campuran dan lamanya perawatan, akan tetapi masih dibawah nilai batas plastis tanah asli. Hal ini terjadi karena turunnya nilai kohesi pada tanah seiring dengan bertambahnya persentase campuran. Berkurangnya daya tarik antar partikel yang menyebabkan kenaikan nilai batas plastis, sehingga ikatan antar butiran tanah mudah lepas dengan semakin lamanya perawatan. Nilai batas plastis terbesar terdapat pada persentase 7,5% dengan lama perawatan 7 hari sebesar 25,54%. Pada campuran 5% bubuk arang kayu dengan lama perawatan 0 hari merupakan nilai batas plastis terendah sebesar 22,50%.

Nilai batas susut tanah asli sebesar 15,53%, seiring bertambahnya persentase dan lamanya perawatan nilai batas susut mengalami penurunan. Nilai batas susut terbesar pada tanah campuran

sebesar 14,32% terdapat pada tanah campuran 5% dengan lama perawatan 0 hari, dan nilai batas susut terkecil terdapat pada persentase 7,5% dengan lama perawatan 7 hari sebesar 8,39%. Penurunan nilai batas susut terjadi karena adanya proses pertukaran ion antar partikel yang mempengaruhi nilai batas cair dan batas plastis tanah campuran. Proses pertukaran ion ini menghasilkan butiran tanah baru dengan ukuran yang lebih besar dan memperkecil luas spesifik butiran. Hal inilah yang menyebabkan butiran tanah tidak mudah terpengaruh air sehingga nilai batas susut tanah campuran mengalami penurunan.

Nilai indeks plastisitas merupakan selisih antara nilai batas cair dengan batas plastis. Besar kecilnya nilai indeks plastisitas tergantung pada nilai LL dan PL. Penambahan persentase bubuk arang kayu dan lamanya perawatan pada tanah campuran menyebabkan nilai batas cair dan batas plastis mengalami kenaikan ataupun penurunan. Hal ini menyebabkan nilai indeks plastisitas (PI) akan semakin menurun. Berdasarkan hasil nilai PI pada tanah asli sebesar 51,77% dan pada tanah campuran mengalami penurunan. Nilai PI terkecil sebesar 36,66% pada tanah campuran 7,5% dengan perawatan 7 hari dan nilai PI terbesar terdapat pada tanah campuran 5% dengan perawatan 0 hari sebesar 43%. Dari hasil yang didapat maka termasuk jenis tanah lempung kohesif dengan plastisitas tinggi, karena nilai $PI > 17$.

Hasil uji gradasi tanah menunjukkan bahwa semakin banyaknya persentase bubuk arang kayu dan lamanya perawatan tidak terlalu berpengaruh pada komposisi persen lolos saringan. Butiran tanah yang lolos saringan nomor 200 pada tanah asli dan tanah campuran 5% dengan perawatan 0 dan 3 hari menunjukkan hasil yang sama yaitu sebesar 91%. Pada persentase 5% dengan perawatan 7 hari dan persentase 7,5% dengan perawatan 0 hari juga mempunyai nilai yang sama yaitu sebesar 90%, sedangkan pada perawatan 3 dan 7 hari mempunyai nilai sebesar 89%. Hal ini dikarenakan bubuk arang kayu tidak semuanya mengendap bersama dengan tanah, air dan bahan kimia pengurai dikarenakan berat jenis arang kayu yang ringan. Sehingga pemecahan butiran tidak terjadi secara maksimal dan mempengaruhi hasil analisa saringan.

Pada tanah campuran 5% dengan perawatan 0 hari didapatkan nilai batas cair sebesar 65,5%, batas plastis 22,50%, indeks plastisitas 43,00%, persentase lolos saringan nomor 200 sebanyak 91%, dan nilai GI sebesar 43. Tanah campuran 5% dengan perawatan 3 hari didapatkan nilai batas cair sebesar 64,50%, batas plastis 23,38%, indeks plastisitas 41,12%, persentase lolos saringan nomor 200 sebanyak 91%, dan nilai GI sebesar 42. Sedangkan pada tanah campuran 5% dengan perawatan 7 hari didapatkan nilai batas cair sebesar 64,30%, batas plastis 24,97%, indeks plastisitas 39,33%, persentase lolos saringan nomor 200 sebanyak 90%, dan nilai GI sebesar 40.

Pada tanah campuran 7,5% dengan perawatan 0 hari didapatkan nilai batas cair sebesar 63,30%, batas plastis 25,17%, indeks plastisitas 38,13%, persentase lolos saringan nomor 200

sebanyak 90%, dan nilai GI sebesar 38. Tanah campuran 7,5% dengan perawatan 3 hari didapatkan nilai batas cair sebesar 62,60%, batas plastis 25,29%, indeks plasisitas 37,31%, persentase lolos saringan nomor 200 sebanyak 89%, dan nilai GI sebesar 37. Sedangkan tanah campuran 7,5% dengan perawatan 7 hari didapatkan nilai batas cair sebesar 62,20%, batas plastis 25,54%, indeks plasisitas 36,66%, persentase lolos saringan nomor 200 sebanyak 89%, dan nilai GI sebesar 36.

Klasifikasi tanah dengan metode AASHTO yang didasarkan pada persentase lolos saringan nomor 200, batas cair, batas plastis, indeks plastisitas, dan nilai GI, maka tanah dengan campuran 5% dan 7,5% bubuk arang kayu dan perawatan 0, 3, dan 7 hari termasuk dalam klasifikasi A-7-6 dengan tipe material tanah lempung dengan penilaian umum sebagai tanah dasar adalah sedang sampai buruk. Hal ini disebabkan karena persentase lolos saringan nomor 200 > 36%, batas cair > 41%, batas plastis < 30%, indeks plastisitas > 11% dan nilai GI > 20.

Pada klasifikasi tanah dengan metode USCS tanah campuran termasuk tanah berlempung dengan plastisitas tinggi (CH). Hal ini dikarenakan pada tanah campuran persentase lolos saringan nomor 200 masih lebih besar dari 50%, batas cair > 50%, serta nilai LL dan PI pada diagram plastisitas berada di atas garis "A".

3.3 Uji Mekanis Tanah Asli dan Tanah Campuran

Pada penelitian ini uji mekanis meliputi uji kepadatan (*Standard Proctor*) dan uji CBR (*California Bearing Ratio*).

3.3.1 Uji Kepadatan (*Standard Proctor*)

Tabel 4. Hasil uji kepadatan (*Standard Proctor*) tanah asli dan tanah campuran

<i>Standard Proctor</i>	Tanah Asli	Persentase Campuran 5%			Persentase Campuran 7,5%		
		Lama Perawatan			Lama Perawatan		
		0	3	7	0	3	7
$\gamma_{d \max} \text{ (gr/cm}^3\text{)}$	1,265	1,234	1,230	1,227	1,223	1,216	1,213
$w_{\text{opt}} \text{ (%)}$	27,50	30,80	31,30	31,50	32,20	32,50	33,10

Berdasarkan Tabel 4 menunjukkan bahwa penambahan persentase bubuk arang kayu dan lamanya perawatan akan menyebabkan nilai kadar air optimum semakin meningkat. Kadar air optimum tanah asli 27,50% sedangkan pada tanah campuran 5% bubuk arang kayu kadar air optimum terbesar didapat 31,50% pada perawatan 7 hari. Nilai kadar air optimum tanah campuran paling besar didapat 33,10% pada persentase tanah campuran 7,5% bubuk arang kayu dengan lama perawatan 7 hari. Hal ini disebabkan oleh bertambahnya volume rongga karena semakin banyak persentase bubuk arang kayu maka menyebabkan bertambahnya pori-pori tanah yang dapat diisi air.

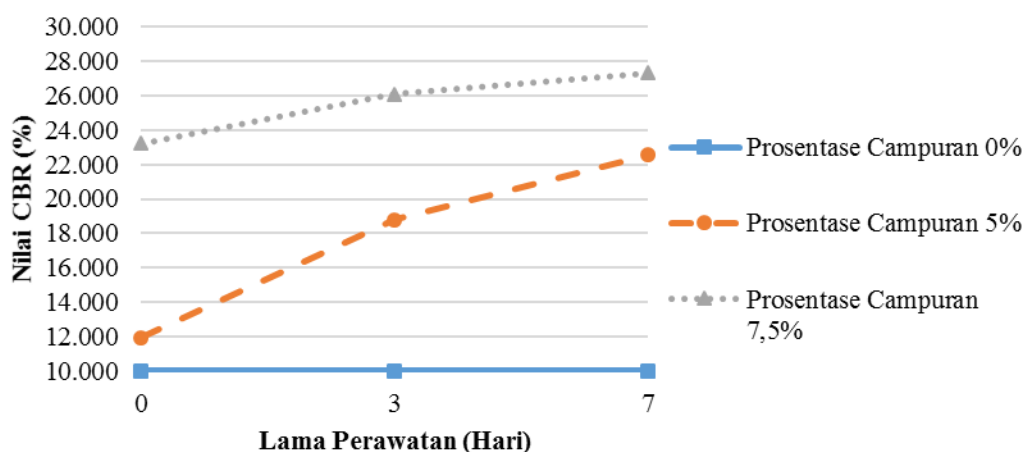
Seiring bertambahnya persentase bubuk arang kayu dan lama perawatan akan menyebabkan penurunan berat volume kering maksimum pada tanah campuran, namun nilai penurunannya sangat kecil. Berat volume kering maksimum tanah asli sebesar $1,265 \text{ gr/cm}^3$ saat ditambahkan bubuk arang kayu nilai berat volume kering semakin menurun. Berat volume kering maksimum paling besar tanah campuran didapat pada 5% pencampuran bubuk arang kayu dengan perawatan 0 hari sebesar $1,234 \text{ gr/cm}^3$ sedangkan nilai terkecil berat volume kering tanah campuran didapat $1,213 \text{ gr/cm}^3$ pada persentase 7,5% pencampuran bubuk arang kayu dengan perawatan 7 hari.

Hal diatas disebabkan karena tanah yang digantikan dengan bubuk arang kayu dimana berat jenis arang kayu yang relatif lebih ringan dibandingkan dengan berat jenis tanah sehingga mengakibatkan berat volume kering tanah campuran mengalami penurunan. Selain itu tanah lempung Sukodono sebagian besar lolos saringan No. 200 dan digantikan dengan bubuk arang kayu lolos saringan No. 50 yang menyebabkan bertambahnya volume rongga dan berkurangnya berat butiran tanah campuran.

3.3.2 Uji CBR (*California Bearing Ratio*)

Tabel 5. Hasil uji CBR *Unsoaked* tanah asli dan tanah campuran

Pengujian CBR	Tanah Asli	Persentase Campuran 5%			Persentase Campuran 7,5%		
		Lama Perawatan (Hari)			Lama Perawatan (Hari)		
		0	3	7	0	3	7
Nilai CBR (%)	10	12	19	23	23	26	27



Gambar 1. Grafik hubungan antara nilai CBR dengan persentase campuran dan lama perawatan

Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai CBR cenderung mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya persentase dan lamanya perawatan. Berdasarkan hasil penelitian nilai CBR pada tanah asli sebesar 10%, nilai CBR terbesar terdapat pada tanah campuran 5% bubuk

arang kayu sebesar 23% dengan lama perawatan 7 hari. Pada tanah campuran 7,5% bubuk arang kayu nilai CBR terbesar terdapat pada lama perawatan 7 hari sebesar 27%.

Peningkatan nilai CBR ini karena proses perawatan yang menyebabkan penggumpalan pada tanah campuran, sehingga daya ikat antar butiran semakin meningkat. Akibatnya rongga-rongga pori yang telah ada sebagian akan dikelilingi bahan campuran tersebut sehingga butiran tanah menjadi tidak mudah hancur. Besar kemungkinan bahwa penggantian bubuk arang kayu yang mempunyai diameter butir yang lebih besar dari tanah mampu menahan beban di atasnya sehingga nilai CBR mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya persentase campuran, di samping itu terisinya rongga pori tanah oleh bubuk arang kayu menyebabkan sifat saling mengunci (*inter locking*) antar butiran tanah.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengujian di laboratorium serta analisis data percobaan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil uji sifat fisis tanah asli didapatkan nilai kadar air 6,618%, berat jenis 2,735, LL 86%, PL 34,23%, SL 15,33% dan PI 51,77% hal ini menunjukkan bahwa tanah Sukodono merupakan tanah lempung berplastisitas tinggi dan bersifat kohesif. Menurut metode AASHTO tanah asli termasuk dalam kelompok A-7-5 merupakan tanah lempung yang bersifat buruk dan tidak baik digunakan sebagai lapis pondasi perkerasan jalan dan bangunan. Sedangkan klasifikasi tanah menurut USCS tanah asli termasuk dalam kelompok CH, yaitu tanah lempung dengan plastisitas tinggi. Hasil uji sifat fisis tanah lempung setelah di stabilisasi dengan bubuk arang kayu 5% dan 7,5% dengan perawatan 3 dan 7 hari menunjukkan bahwa nilai kadar air, berat jenis (*specific gravity*), batas cair (*liquid limit*), batas susut (*shrinkage limit*), dan nilai persentase lolos saringan No. 200 cenderung mengalami penurunan, sedangkan nilai batas plastis (*plastic limit*) mengalami peningkatan. Klasifikasi tanah campuran menurut sistem AASHTO termasuk kelompok A-7-6, yaitu tanah lempung bersifat tidak baik atau buruk jika digunakan dalam lapis pondasi perkerasan jalan atau bangunan. Sedangkan menurut USCS tanah campuran termasuk kelompok CH, yaitu tanah lempung anorganik dengan plastisitas tinggi.
2. Hasil uji pemadatan tanah menggunakan *Standard Proctor* pada tanah asli dan tanah campuran bubuk arang kayu 5% dan 7,5% dengan perawatan 3 dan 7 hari berat volume kering maksimum mengalami penurunan dan kadar air optimum mengalami peningkatan setelah di stabilisasi dengan bubuk arang kayu. Berat volume kering maksimum terkecil terdapat pada tanah campuran 7,5% dengan lama perawatan 7 hari, dan kadar air optimum terbesar juga terdapat

pada tanah campuran 7,5% dengan lama perawatan 7 hari. Nilai CBR *unsoaked* tanah asli dan tanah campuran cenderung mengalami peningkatan seiring bertambahnya persentase campuran dan lama perawatan. Nilai CBR tertinggi terjadi pada tanah campuran 7,5% dengan lama perawatan 7 hari sebesar 27%. Berdasarkan uji sifat fisis dan mekanis tanah asli dan campuran yang di stabilisasi dengan bubuk arang kayu ternyata semakin besar persentase penambahan bahan stabilisasi dengan bubuk arang kayu serta semakin lama perawatan dapat menghasilkan nilai kuat dukung tanah yang semakin besar terhadap tanah lempung Sukodono, Kabupaten Sragen.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka untuk penelitian selanjutnya ada beberapa saran, antara lain:

1. Untuk pengujian CBR agar mendapatkan hasil yang lebih akurat dan lebih teliti dibutuhkan sampel yang lebih banyak lagi (lebih dari 2) pada tiap variasi.
2. Perlu dilakukan penelitian sejenis dengan persentase penggantian bubuk arang kayu yang lebih besar dan ditambahkan lama perawatan.
3. Bahan stabilisasi dapat diganti dengan yang lain, selain bubuk arang kayu yang sudah digunakan.
4. Pastikan tanah benar-benar dalam keadaan kering udara agar data yang didapatkan lebih baik dan benar.
5. Perlu adanya perbaikan dan perawatan alat laboratorium agar didapatkan data yang valid.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah membantu menyelesaikan penelitian ini sehingga dapat berjalan dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM, 1981, "Annual Book of ASTM", Philadelphia, USA.
- Bowles, J.E., 1991, "Sifat-Sifat Fisis Tanah dan Geoteknis Tanah", Erlangga, Jakarta.
- Budi, G.S., 2011, "Pengujian Tanah di Laboratorium", Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Cassagrande, A., 1948, "Classification and Identification of Soils", Transactions, ASCE, Vol.113.
- Das, B.M., 1985, "Principles of Geoteknik Engineering", PWS Publisher, Boston.
- Das, B.M., Endah Noor., Mochtar, I.B., 1995, "Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik) Jilid 1", Erlangga, Jakarta.

- Hadiiya, Z., 2014, “Stabilisasi Tanah Lempung dengan Campuran Arang Tempurung Kelapa dengan Metode *Direct Shear Test*”, Skripsi, Universitas Andalas Padang, Padang.
- Hardiyatmo, H.C., 2007, “Mekanika Tanah II” edisi ke IV, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 2010, “Mekanika Tanah I” edisi ke V, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- <https://id.m.wikipedia.org/wiki/Arang> (Diakses pada tanggal 16 Maret 2016).
- Ingles, O.G. dan Metcalf, J.B., 1992, “Soil Stabilization Principles and Practice”, Butterworths Pty. Limited, Melbourne.
- Karaseran, J.A., Sompie, O.B.A., Balamba, S., 2015, “Pengaruh Bahan Campuran Arang Tempurung Terhadap Konsolidasi Sekunder Pada Lempung Ekspansif”, Jurnal Teknik Sipil, Vol.3 No.8 Agustus 2015 (543-553) ISSN: 2337-6732.
- Murhandani, U.W., 2015, “Stabilisasi Kapur Terhadap Kuat Dukung Tanah Lempung dengan Perawatan 3 Hari”, (Studi Kasus Subgrade Jalan Raya Tanon, Sragen), Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Prasetyo, P.H., 2016, “Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Metode Kimiawi Menggunakan Garam Dapur (NaCl)”, (Studi Kasus Tanah Lempung Desa Majenang, Sukodono, Sragen), Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Soedarmo, G. D. & Purnomo, S. J. E., 1997, “Mekanika Tanah I”, Yogyakarta : Kanisius.
- Soemeinaboedhy, I. Nyoman. Dan Tejowulan Sri., 2009, “Pemanfaatan Arang Sebagai Sumber Unsur Hara P dan K Serta Pembenah Tanah”, Jurnal Agroteksos Vol. 19 No. 3 Desember 2009.
- Sudjianto, 2007, “Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif Dengan Garam Dapur”, Jurnal Teknik Sipil, Vol.8 No. 1:53-63.
- Wesley, L.D., 1994, “Mekanika Tanah”, (Cetakan ke VI), Badan penerbit Pekerjaan umum, Jakarta.